

# ANALISIS PENGARUH DIMENSI PANJANG SERAT DAN KANDUNGAN SERAT ECENG GONDOK TERHADAP KEKUATAN IMPAK MATERIAL KOMPOSIT RESIN EPOKSI

Fajar Gilang Putra Ramadhan<sup>1</sup> dan Muhamad Fitri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: gilangfajar3112@gmail.com

**Abstrak--** Serat alam Eceng Gondok banyak digunakan untuk berbagai macam penelitian ilmiah. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian impact material komposit matriks epoksi diperkuat serat eceng gondok menggunakan fraksi volume 10%, dengan variasi panjang serat 25mm, 50mm, dan 70mm dengan model serat kontinu searah. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kekuatan impact material komposit yang diperkuat serat eceng gondok dengan menggunakan matriks epoksi dengan standar ISO 179, dan memprediksi panjang serat yang optimum yang memiliki kekuatan impact tinggi menggunakan metode regresi. Hasil pengujian impact dari spesimen, angka kekuatan impact tertinggi pada komposit dengan panjang serat 70mm sebesar 6,87 kJ/m<sup>2</sup>, disusul dengan komposit dengan panjang serat 50mm sebesar 6,84 kJ/m<sup>2</sup>. Kekuatan impact terendah pada komposit dengan panjang serat 25mm sebesar 5,80 kJ/m<sup>2</sup>. Data kekuatan dianalisis menggunakan metode regresi sehingga diperoleh persamaan regresi dari kekuatan impact material komposit resin di perkuat serat eceng gondok. Dari hasil penelitian ini, resin epoksi yang digunakan sebagai matriks memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik, bila dibandingkan dengan resin lainnya.

**Kata kunci:** komposit, eceng gondok, dimensi serat, kandungan serat, uji impact, metode regresi

**Abstract--** Water hyacinth natural fiber is widely used for various kinds of scientific research. In this study, the impact test of an epoxy matrix composite material reinforced with water hyacinth was carried out using a volume fraction of 10%, with variations in fiber length of 25mm, 50mm, and 70mm with a unidirectional continuous fiber model. The method used is the experimental method. The purpose of this research is to analyze the impact strength of composite materials reinforced with water hyacinth fiber using epoxy matrix with ISO 179 standard, and predict the optimum fiber length that has high impact strength using regression method. The results of the impact test of the specimen showed that the highest impact strength was in the composite with a fiber length of 70mm of 6.87 kJ/m<sup>2</sup>, followed by a composite with a fiber length of 50mm of 6.84 kJ/m<sup>2</sup>. The lowest impact strength in the composite with a fiber length of 25mm is 5.80 kJ/m<sup>2</sup>. The strength data were analyzed using the regression method so that a regression equation was obtained from the impact strength of the resin composite material reinforced with water hyacinth fibers. The result of this research, epoxy resin used as a matrix has better mechanical strength compared to other resins.

**Keywords:** composite, water hyacinth, fiber dimensions, fiber content, impact test, regression method

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong banyaknya penemuan beberapa teknologi alternatif sebagai cara dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, khususnya pada bahan material. Bahan material yang dibutuhkan adalah bahan material yang berkualitas dan memiliki sifat mekanik yang tinggi. Karenanya berkembanglah material komposit, yaitu kombinasi dua atau lebih material dasar yang menghasilkan material yang memiliki sifat mekanis yang unggul dari sifat mekanik material-material pembentuknya [1]

Material komposit tersusun dari dua gabungan atau lebih bahan yang tergabung secara makroskopis yang berfungsi sebagai memberikan hasil kekuatan komposit yang

penguat dan matrik yang akan berpengaruh pada sifat mekanik. Bahan matrik umumnya adalah polimer dan penguatnya dapat berupa serat, baik serat alam atau serat buatan [2].

Material komposit digunakan dalam banyak aplikasi seperti dirgantara, otomotif, luar angkasa, dan lain-lain. Selain itu komposit juga dimanfaatkan sebagai poros penggerak komposit transmisi daya yang digunakan dalam banyak aplikasi, seperti pada cooling tower, perangkat pompa, peralatan ruang angkasa, struktur, dan mobil [3].

Secara umum, material komposit terdiri dari dua unsur, yakni matriks sebagai bahan pengikat dan serat yang berperan sebagai bahan penguat. Gabungan dari serat dan matriks ini akan

berbeda dengan sifat dan karakter dari bahan dasar yang menyusun suatu material komposit [4]. Ada beberapa variasi arah serat yang banyak dijadikan sebagai penelitian, diantaranya serat partikulat, serat pendek berorientasi acak, serat kontinu searah, dan serat woven [5]. Dari beberapa para peneliti terdahulu, yang banyak digunakan sebagai penguat pada material komposit adalah jenis serat sintesis yang tidak dapat diperbarui. Faktanya, banyak serat alam yang belum dimanfaatkan secara maksimal menjadi hal yang bermanfaat bagi manusia serat [6].

Salah satu serat tumbuhan yang banyak tersedia namun pemanfaatannya masih kurang adalah eceng gondok. Tumbuhan ini lebih bersifat mengganggu baik di sungai maupun di danau-danau di Indonesia karena pertumbuhannya yang sangat cepat sehingga cenderung menjadi sampah, serta menimbulkan permasalahan tersendiri terkait lingkungan. Karenanya bila tanaman eceng gondok bisa dimanfaatkan sebagai penguat material komposit, maka selain akan mendapat keuntungan dari pemanfaatan tersebut juga bahkan akan memperbaiki lingkungan menjadi lebih bersih. Diantara penelitian yang telah dilakukan terkait penggunaan serat alami adalah penelitian tentang Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin [7].

Penelitian terdahulu mengkaji tentang pengaruh dimensi panjang serat terhadap kekuatan impact komposit diperkuat serat eceng gondok menggunakan matriks polyester. Serat eceng gondok Hasil dari penelitian, kekuatan impact tertinggi pada komposit dengan panjang serat 50 mm yang mempunyai kekuatan impact sebesar 0,02344 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan impact terendah pada komposit dengan panjang serat 100 mm yang mempunyai kekuatan impact sebesar 0,0010836 J/mm<sup>2</sup> [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kekuatan impact material komposit yang diperkuat serat eceng gondok dengan menggunakan matriks epoksi dengan standar ISO 179, dan memprediksi panjang serat yang optimum yang memiliki kekuatan impact tinggi menggunakan metode regresi.

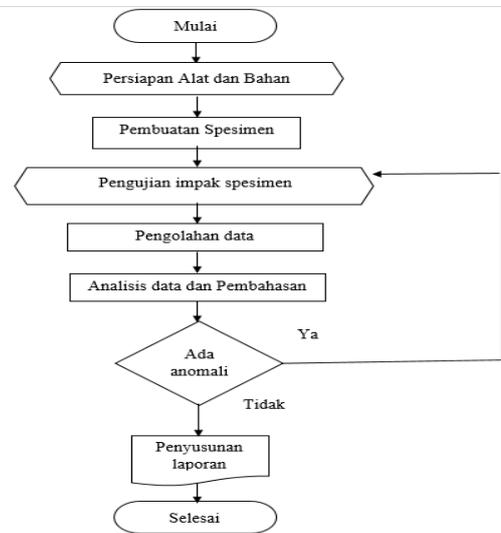
## 2. METODE PENELITIAN

Secara garis besar, diagram alir penelitian tugas akhir pengujian impact material komposit diperkuat serat eceng gondok menggunakan matriks epoksi terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap Persiapan Alat dan Bahan
2. Tahap Pembuatan spesimen
3. Tahap Pengujian Impact

4. Tahap Pemeriksaan Hasil
5. Tahap Penyajian Data.

Untuk lebih jelasnya, berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang digambarkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Pada tahap ini dipersiapkan Alat dan bahan untuk keperluan pembuatan spesimen. Adapun Alat yang dipersiapkan meliputi Alat pencetak Spesimen, timbangan digital, Jangka Sorong, Alat Uji Impact ISO 179. Bahan yang dipersiapkan yaitu resin epoksi, hardener, dan Pasta anti lengket.



**Gambar 2.** Alat Pencetakan Spesimen



**Gambar 3.** Alat Timbangan Digital



Gambar 4. Jangka Sorong



Gambar 5. Alat Uji Impak ISO 179



Gambar 6. Bahan Resin epoksi dan Hardener



Gambar 7. Pasta Anti Lengket

### 2.1 Preparasi Serat Eceng Gondok

Preparasi serat eceng gondok bertujuan untuk merapihkan serat eceng gondok dari bentuk awal berupa gulungan yang tidak beraturan kemudian dipilah dan dipotong satu per satu berdasarkan kriteria dan ukuran yang ditentukan. Serat eceng gondok yang dipilih dipotong dengan varian panjang serat 25 mm, 50mm, dan serat panjang.

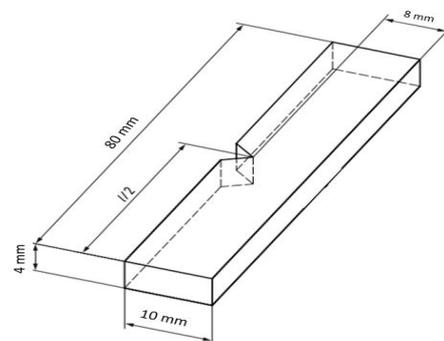


Gambar 8. Serat Eceng Gondok

### 2.2 Pembuatan Spesimen

Spesimen dibuat dengan mengacu kepada alat uji impak yang terdapat di Universitas Mercu Buana Jakarta dengan standar ISO 179. Dalam proses ini, spesimen dibuat dengan metode hand lay-up, dan teknik pencetakan (casting) menggunakan alat pencetak spesimen. Dalam proses ini, semua komponen seperti resin epoksi yang sudah dicampuri dengan hardener dituangkan ke dalam cetakan dan dibiarkan mengalir oleh gravitasi, kemudian dimasukkan serat dengan model serat kontinu searah, kemudian kembali tuangkan resin kembali dan tunggu hingga mengeras.

Setelah 24jam, segera lepas spesimen dari cetakan dengan hati hati, agar tidak terjadi patah atau rusak pada bagian yang akan diuji. Setelah dilepas, tunggu sampai spesimen benar benar kering sempurna untuk dilakukan proses selanjutnya. Setelah semua spesimen kering, pastikan semua spesimen diukur kembali, sesuai dengan standar pengukuran ISO 179. Jika dimensi ada yang melebihi, maka akan segera dilakukan perbaikan secara perlahan untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.



Gambar 9. Pembuatan Spesimen sesuai standar ISO 179 [9].

Pada penelitian ini, menggunakan perhitungan dengan fraksi volume. Berikut ini merupakan tabel bahan penyusun pembuatan spesimen komposit dengan fraksi volume.

**Tabel 1.** Perbandingan fraksi volume

Penguat	Poros komposit	
	Resin	Hardener
Serat Eceng gondok (10%)	Resin epoksi (45%)	Hardener (45%)
0,2 gr	10,22 gr	8,11 gr

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengujian impact, didapatkan angka energi impact dengan satuan *joule* (J). Untuk mendapatkan angka kekuatan impact, maka perlu dilakukan perhitungan dari data uji impact dengan menggunakan persamaan yang sesuai dengan rumus perhitungan kekuatan impact dibawah ini di bawah ini: [10]

$$A_{cN} = \frac{E_c}{Hbn} \cdot 10^3 \tag{1}$$

Dimana :

$A_{cN}$  = kekuatan tumbukan Charpy ( $\text{kJ/m}^2$ )

$E_c$  = energi terkoreksi (J)

$h$  = ketebalan material (mm)

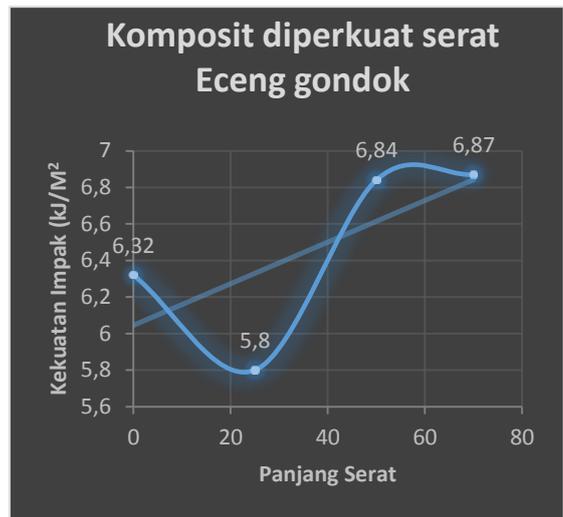
$b_N$  = lebar yang tersis (milimeter), dari benda uji.

#### 3.1 Pembahasan Hasil Pengujian

Berikut ini, merupakan hasil pengujian impact komposit yang ditampilkan pada Tabel 2. dan Gambar 10. berikut:

**Tabel 2.** Data hasil pengujian Impact

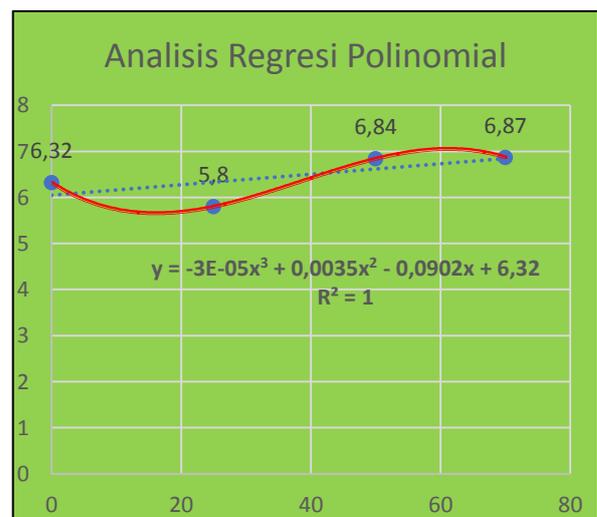
Spesimen	Panjang serat	Energi Impact (J)	Kekuatan impact ( $\text{kJ/m}^2$ )	Rata rata kekuatan impact
1	Murni	0,325	7,60	6,32
2	Murni	0,20	4,88	
3	Murni	0,30	6,48	
4	25mm	0,25	5,40	5,80
5	25mm	0,30	6,61	
6	25mm	0,225	5,576	
7	50mm	0,325	6,99	6,84
8	50mm	0,30	6,16	
9	50mm	0,32	7,37	
10	70mm	0,275	6,14	6,87
11	70mm	0,325	7,40	
12	70mm	0,30	7,07	



**Gambar 10.** Grafik hasil pengujian Impact

Dari pengujian tersebut didapatkan angka kekuatan impact tertinggi rata rata pada komposit dengan panjang serat 70 mm, yaitu 6,87  $\text{kJ/m}^2$ . Sedangkan kekuatan impact terendah rata-rata pada komposit dengan panjang serat 25 mm, yaitu 5,80  $\text{kJ/m}^2$ . Dari hasil penelitian ini, resin epoksi yang digunakan sebagai matriks memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik, bila dibandingkan dengan resin lainnya. Berikut ini merupakan grafik hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 10.

Hubungan antara panjang serat dengan rata rata kekuatan impact ditunjukkan dalam bentuk kurva S-N dengan regresi polinomial. Dengan *Microsoft Excel*, akan didapat grafik hubungan antara panjang serat dengan kekuatan impact material komposit. Kurva S-N dari hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Gambar Kurva Regresi

Dari Gambar 11, didapat persamaan regresi polynomial dari grafik tersebut yakni sebagai berikut.

$$y = -3E-05x^3 + 0,0035x^2 - 0,0902x + 6,32 \quad (2)$$

Selanjutnya persamaan regresi ini dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan impact material resin diperkuat serat eceng gondok untuk berbagai panjang serat. Contoh, bila diinginkan untuk memprediksi berapa kekuatan impact material komposit resin diperkuat serat eceng gondok dengan panjang serat 60mm. Maka, prediksi kekuatan impactnya adalah sebagai berikut :

$x = 60\text{mm}$  maka

$$\begin{aligned} y &= -3E-05x^3 + 0,0035x^2 - 0,0902x + 6,32 \\ &= -3E-05(60)^3 + 0,0035(60)^2 - 0,0902(60) + 6,32 \\ &= 7,028 \text{ kJ/m}^2. \end{aligned} \quad (3)$$

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan analisis data pengujian impact material komposit diperkuat serat eceng gondok dengan kandungan serat 10%, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian impact yang telah dilakukan pada material komposit diperkuat serat eceng gondok (fraksi volume 10% serat 90% matriks) diperoleh hasil sebagai berikut.
  - a. Pengujian impact pada material resin murni, didapat angka kekuatan impact sebesar  $6,32 \text{ kJ/m}^2$
  - b. Pengujian impact pada material komposit dengan panjang serat 25mm, didapat angka kekuatan impact sebesar  $5,80 \text{ kJ/m}^2$
  - c. Pengujian impact pada material komposit dengan panjang serat 50mm, didapat angka kekuatan impact sebesar  $6,84 \text{ kJ/m}^2$ .
  - d. Pengujian impact pada material komposit dengan perlakuan serat panjang, didapat angka kekuatan impact sebesar  $6,87 \text{ kJ/m}^2$ .

Kekuatan impact material komposit diperkuat serat eceng gondok mempunyai kekuatan impact terbesar yakni  $6,87 \text{ kJ/m}^2$  yang terdapat pada komposit dengan komposisi serat panjang. Sedangkan kekuatan impact

terkecil yakni  $5,80 \text{ kJ/m}^2$ .

2. Hasil Pengujian impact material komposit diperkuat serat eceng gondok didapat persamaan regresi untuk memprediksi panjang serat yang optimum sebagai berikut:

$$y = -3E-05x^3 + 0,0035x^2 - 0,0902x + 6,32$$

Saran dari hasil pengujian dapat dijelaskan dengan poin sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini masih sangat general karena factor yang diteliti hanya panjang serat, Padahal, dari beberapa referensi sifat mekanis material komposit dipengaruhi oleh banyak faktor selain dari panjang serat seperti prosentase kandungan serat, fraksi hardener, dan lain sebagainya. Karenanya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dari factor factor tersebut.
2. Perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meneliti sifat mekanis yang lainnya selain kekuatan impact seperti kekuatan Tarik, kekuatan fatik dan lain sebagainya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. D. Callister and D. G. Rethwisch, *Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 4th Edition: Si Version*. Wiley, 2013.
- [2] Mardjuki, 'Pemanfaatan enceng gondok sebagai penguat fiber glas terhadap kekuatan tarik', pp. 213–221, 2006.
- [3] A. Kareem, F. H. Luay, S. Mohammed, and H. Jawad, 'Experimental and artificial neural network ANN investigation of bending fatigue behavior of glass fiber / polyester composite shafts Experimental and artificial neural network ANN investigation of bending fatigue behavior of glass fiber / polyester compos', *J. Brazilian Soc. Mech. Sci. Eng.*, no. April 2018, 2019, doi: 10.1007/s40430-018-1098-4.
- [4] K. Mukmin, *Pengaruh Arah Serat Ijuk Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Material Komposit Serat Ijuk-Epoxy*. 2019.
- [5] Budynas dan Nisbett, *Mechanical Engineering Design 9th edition*, McGraw-Hil. New York: McGraw-Hill Companies, 2011.
- [6] M. Fitri and S. Mahzan, 'The effect of fibre content, fibre size and alkali treatment to Charpy impact resistance of Oil Palm fibre reinforced composite material', *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 160, no. 1, 2016, doi: 10.1088/1757-899X/160/1/012030.
- [7] M. Fitri, 'Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin', *Rotasi*,

- vol. 21, no. 4, p. 215, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.4.215-223.
- [8] P. I. Purboputro, 'Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester', *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 70–76, 2017, doi: 10.23917/mesin.v7i2.3088.
- [9] ISO 179-1:2010, 'International Standard ISO 179-1', 61010-1 © Iec2001, vol. 2003, p. 13, 2003.
- [10] M. Fitri and S. Mahzan, 'The Regression Models of Impact Strength of Coir Coconut Fiber Reinforced Resin Matrix Composite Materials', *Int. J. Adv. Technol. Mech. Mechatronics Mater.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, 2020, doi: 10.37869/ijatec.v1i1.12.